

L 698180274

CERTIFICATE
OF
PRIORITY DOCUMENT

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder.

申請日：西元 2000 年 04 月 11 日
Application Date

申請案號：089106723
Application No.

申請人：周晟
Applicant(s)

局長
Director General

陳明邦

發文日期：西元 2000 年 10 月 2 日
Issue Date

發文字號：
Serial No. 08911013904

| | |
|------|-----------|
| 申請日期 | |
| 案 號 | 089106723 |
| 類 別 | |

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明
新型 專利說明書

| | | |
|----------------------|---------------|------------------|
| 一、 發明 新型 名稱 | 中 文 | 相位角調裝置 |
| | 英 文 | |
| 二、 發明 人 創作 | 姓 名 | 周威 |
| | 國 籍 | 中華民國 |
| 三、申請人 | 住、居所 | 台北市北投區東源路37-3號5F |
| | 姓 名 (名稱) | 周威 |
| | 國 籍 | 中華民國 |
| | 住、居所 (事務所) | 台北市北投區東源路37-3號5F |
| | 代 表 人 姓 名 | |

裝訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：相位解調裝置）

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

相位調變信號在現代通訊、精密測量等領域中極為重要，其相位解調和頻率解調的能力會決定系統的品質表現。本發明專利主要是利用差動放大器將兩個相同振幅之相位調變測試信號和相位調變參考信號相減並放大，它不僅可以降低背景雜訊，更可將相位調變信號轉換成振幅調變信號，並利用振幅解調裝置即時量取振幅大小，進而求得相位差值；其偵測靈敏度大為提高，而且相位差量測反應的能力亦大幅提高。由相位解調裝置中的計數器，可有效延伸相位差量測的範圍；同時，相位解調裝置中亦提供一微分電路，可即時獲得相位調變信號中的瞬間頻率，而使得本發明專利擁有頻率解調的能力。

英文發明摘要（發明之名稱：Phase demodulator）

In the fields of telecommunication and optical metrology, phase demodulation is one of the most important devices that are used to measure the phase of the phase modulation signal. Different techniques such as phase lock loop, zero-crossing, and frequency counting are used to sense the phase in real time. This proposal provides a novel phase measurement technique, which combines an automatic gain control circuit with a differential amplifier to convert phase modulation into amplitude modulation. Then the amplitude of the signal output from the differential amplifier is proportional to the detected phase. The proposed technique has the features of faster response and higher precision in the phase detection.

發明說明

相位解調裝置(phase demodulator, PD)可應用在相位調變信號(phase modulation, PM)中進行相位解調，亦可應用在通訊、資訊傳輸、精密量測和其他相關領域中。然而一般相位解調裝置是利用相位偵測器(phase meter)、鎖相放大器(lock in amplifier)和相位鎖相迴路(phase lock loop, PLL)等方法解調；它同時亦可經由頻率調變(frequency modulation, FM)信號以 zero-crossing 的電路藉由計數器(counter)即時量取測試信號的頻率數 f_s ，並和參考信號中計數器所讀取的頻率數 f_r 相減，而得到頻率差值 $\Delta f = f_s - f_r$ ，再利用積分電路求得相位的變化。一般相位解調裝置亦可利用相位比較器以數位的方法比較測試信號和參考信號的相位差，並將相位大小轉換成電壓信號輸出。這些方法均是利用類比或數位的方式來比較測試信號和參考信號的相位差以量測相位。

本發明主要是利用將相位調變信號轉換成振幅調變信號，再以振幅調變信號的振幅大小來量測相位，可獲得即時性及高靈敏性的相位量測。本發明之相位解調裝置(如第一圖)所量測的相位調變測試信號 I_s 和其相位調變參考信號 I_r 可分別寫成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

其中 ω 為載波頻率， (k_1, k_2) 分別為相位調變測試信號和相位調變參考信號的振幅大小， (ϕ_s, ϕ_r) 分別為相位調變測試信號和相位調變參考信號的相位。經一以 ω 為中心頻率之帶通濾波器過濾 D.C 項信號，則

Eq. (1)和 Eq. (2)可表示為

$$I_s(\omega t) = 2k_1 \cos(\omega t + \phi_s) \dots \quad (3)$$

$$I_r(\omega t) = 2k_2 \cos(\omega t + \phi_r) \dots \dots \dots \quad (4)$$

如第一圖，分別將 Eq. (3) 和 Eq. (4) 的相位調變測試信號和相位調變參考信號由各自獨立之自動增益控制電路 (automatic gain control,

AGC)(100)(110)(U.S. patent no. 5606284)控制，而使得兩相位調變信

和 Eq. (4)為

分別將 Eq. (5)和 Eq. (6)中的相位偏移 $\frac{1}{2}(\phi_s + \phi_r)$ ，則 Eq. (5)和 Eq. (6)

可表示成

五、發明說明（ ）

將 Eq. (7)和 Eq. (8)輸入到差動放大器(differential amplifier)(120)相減並放大，則輸出信號可寫成

$$I_{out}(\omega t) = \left| 4\gamma k \sin\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) \right| \sin(\omega t) \dots \dots \dots \quad (9)$$

其中 $\Delta\phi = \phi_s - \phi_r$, γ 為差動放大器的增益(gain)。

由 Eq. (9) 得知差動放大器可將兩個載波頻率相同且振幅大小相等的相位調變信號相減並放大，同時可將相位調變信號轉換成振幅調變信號(amplitude modulation, AM)，其振幅大小和要量測的相位信號 $\sin(\frac{\Delta\phi}{2})$ 成正比，並且放大 $4\gamma k$ 倍。在相位量測的靈敏度上大幅提高；由於是屬於振幅調變信號，量測的反應速度可大幅提高。相位變化 $\Delta\phi$ 可經由信號處理裝置(130)，利用振幅大小 $|4\gamma k \sin(\frac{\Delta\phi}{2})|$ 的關係計算得出：如 $|\Delta\phi| < 10^\circ$ ，則 $\sin x \approx x$ 的關係。Eq. (9) 可寫成

Eq. (10) 中 $I_{out}(\omega t)$ 的振幅大小正比於 $\Delta\phi$ ，因此可由振幅解調裝置即時的量測相位大小；其靈敏度提高 $2\gamma k$ 倍。如將 Eq. (10) 的振幅大小經由信號處理裝置(130)中之微分電路將振幅大小對時間微分，則

本發明可即時量測信號的瞬間頻率 ω ,而擁有頻率解調的功能，其量

五、發明說明（ ）

測靈敏度可提高 $2\gamma k$ 倍，量測反應速度亦大幅提高。當量測的相位差可表示成 $\Delta\phi = 2n\pi + \delta$ ， n 為整數，且 $0 < \delta < \pi$ 時，則可在信號處理裝置中增加一電子計數器，紀錄 n 個脈衝信號。配合振幅大小 $|4\gamma k \sin(\frac{\delta}{2})|$ 直接量測相位差 δ 。因此，相位量測範圍可由參數 (n, δ) 而有效延伸。另方面如能預先設定相位差值(bias)為 $\Delta\phi_0$ ，且 $0 < \Delta\phi_0 < \pi$ 時，則 Eq. (9) 可寫成

當設定值 $\Delta\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ ， $|I_{out}|$ 對 $\Delta\phi_0$ 形成中心對稱（如第二圖），可進一步由 $|I_{out}|$ 的振幅大小變化而確定 $\Delta\phi$ 的變化方向。

信號處理裝置(130)中包含一相位比較器，可將由 AGC 所輸出之相同振幅大小的相位調變測試信號和相位調變參考信號的相位相互比較，進而即時區別 $\Delta\phi$ 的正負值，並分辨 $\Delta\phi$ 的變化方向。信號處理裝置(130)中亦包含一迴授電路。因 I_{out} 的振幅大小是 $|2\gamma k\Delta\phi|$ ，此電路可提供一控制信號(error signal)，隨時使得相位 $\Delta\phi$ 歸零(nulling)而達到控制的目的。

綜上所述，本發明之「相位解調」裝置確能藉上揭之構造將以往僅被用來消除環境雜訊之差動放大器及信號處理裝置轉而直接用

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂

· 線

五、發明說明()

於信號處理，並由振幅調變信號大小計算出相位差值 $\Delta\phi$ 。無論在量測反應速度上及靈敏度上均大幅提高。本發明具有成本顯著降低之預期目的及功效，係一「開創性發明」，符合發明專利之新穎進步要件。惟上揭圖式及說明僅為供瞭解本發明之實施例而已，為非為限定本發明之實施；凡熟悉該項技藝人士，依本發明特徵範疇所做之其他等效變化或修飾，皆應涵蓋在以下本案之申請專利範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種相位解調裝置，係用以量測一固定載波頻率 ω 之相位調變之測試信號 $I_s(\omega t) = 2k_1 \cos(\omega t + \phi_s)$ 和一相同載波頻率之相位調變參考信號 $I_r(\omega t) = 2k_2 \cos(\omega t + \phi_r)$ 的相位差；其中 $\Delta\phi = \phi_s - \phi_r$ ，兩相位調變信號的振幅大小相等 ($k_1 = k_2 = k$)，並分別包括載波頻率和時間乘積項，以及相位項之函數。該量測裝置包括兩個自動增益控制裝置分別提供振幅大小相同的相位調變信號；一差動放大器將上述兩個振幅大小相同的相位調變信號相減並放大，藉此獲得一振幅調變之輸出信號，該信號 正比於包括頻率與時間乘積的函數，以及相位差之函數的乘積；一信號處理裝置，該裝置包括一振幅解調裝置，用以解調並量測由該差動放大器所輸出之振幅調變信號的振幅大小及其變化量，
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之相位解調裝置，其中該信號處理裝置更包括一計數器(up-and-down counter)。當該相位差變化超過 2π 時，可以該計數器讀取該相位差之變化中包含 2π 的若干整數倍；一相位比較器，用以比較上述的兩個相位調變信號之相位差並確認 $\Delta\phi$ 的正負值；一微分電路，可將振幅解調信號大小對時間微分，以即時量取瞬間頻率信號，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六、申請專利範圍

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之相位解調裝置，其中自動增益控制裝置可分別自動調整兩相同載波頻率之相位調變信號的振幅大小，使兩信號之振幅大小相等，亦即 $k_1 = k_2 = k$ ，並分別輸入差動放大器中。該差動放大器輸出信號中所包含之相位差 $\Delta\phi$ 可由振幅解調裝置自振幅調變輸出信號之振幅大小 $|4\gamma k \sin(\frac{\Delta\phi}{2})|$ 得出，
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之相位解調裝置，更包括一迴授電路，用以提供一控制信號，可隨時使相位 $\Delta\phi$ 歸零(nulling)。當相位差在 $0 < |\Delta\phi| < 10^\circ$ 的範圍內，輸出之振幅調變信號大小等於 $|2\gamma k \Delta\phi|$ ，可直接由振幅大小量測相位差 $\Delta\phi$ ，並放大 $2\gamma k$ 倍，
5. 如申請專利範圍第 3 項所述之相位解調裝置，其中該信號處理裝置更包括欲比較分別由兩自動增益控制裝置輸出之相位調變信號之相位比較器，藉以區別該相位差 $\Delta\phi$ 的正負並辨別 $\Delta\phi$ 的變化方向，
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之相位解調裝置，其中該信號處理裝置更包括一計數器，當相位差表示成 $\Delta\phi = 2n\pi + \delta$ ， n 為整數，且 $0 < \delta < \pi$ ，則差動放大器輸出振幅調變信號振幅大小 $|4\gamma k \sin(\frac{\Delta\phi}{2})|$ 可寫成 $|4\gamma k \sin(\frac{\delta}{2})|$ ，並以該計數器記錄 n 個脈衝信號，由 (n, δ) 讀取該相位差之變化，並藉此延伸相位變化量測範圍，

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂

線

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之相位解調裝置，當量測之相位差變化在 $0 < |\Delta\phi| < 10^\circ$ 的範圍內時，差動放大器所輸出的振幅調變信號大小可藉由微分電路將振幅大小對時間微分，亦即 $\frac{d|I_{out}|}{dt} = 2\gamma k \frac{d|\Delta\phi|}{dt} = 2\gamma k \omega_s$ ，其中 $\omega_s = \frac{d|\Delta\phi|}{dt}$ 。藉此可即時量測瞬間頻率 ω_s ，以達到頻率解調的功能，同時頻率量測的靈敏度可提高 $2\gamma k$ 倍，
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之相位解調裝置，包含利用不同方法所產生之相位調變信號並滿足本申請專利範圍第 1 項所述之相位調變信號皆應涵蓋在本專利申請範圍內，以達到相位差快速解調及提高偵測靈敏度的目的。

圖式

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式說明：

第一圖係相位解調裝置結構。

第二圖係振幅解調信號大小 $|I_{out}|$ 和相位差 $\Delta\phi$ 的關係，其中 $\Delta\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ 。

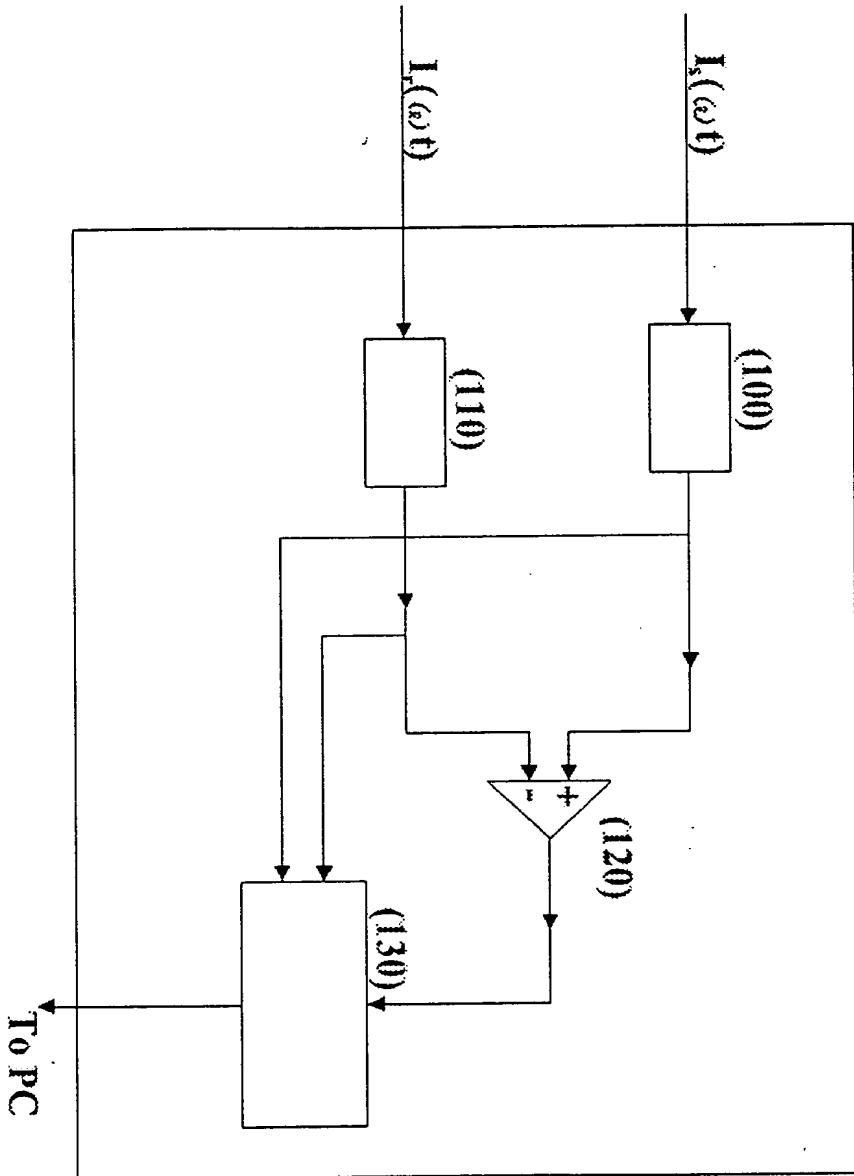
圖號原件對照表：

100, 110 : 自動增益控制裝置(AGC)

120 : 差動放大器

130 : 信號處理裝置

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)



第一圖

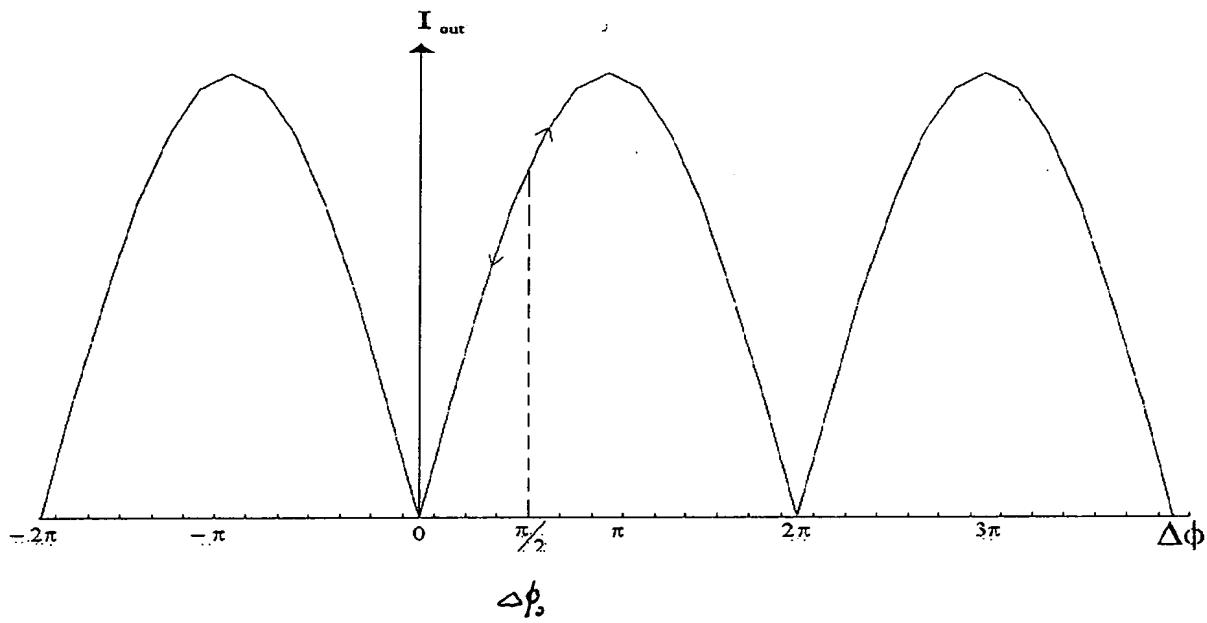
圖式

圖式

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂
線



第二圖